

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **11261086 A**

(43) Date of publication of application: **24.09.99**

(51) Int. Cl.

H01L 31/04

(21) Application number: **10061435**

(22) Date of filing: **12.03.98**

(71) Applicant: **SHARP CORP**

(72) Inventor:
**TANIGUCHI HIROSHI
NAKANISHI TAKESHI
HAYAKAWA HISASHI
NOMOTO KATSUHIKO
TOMITA KOJI**

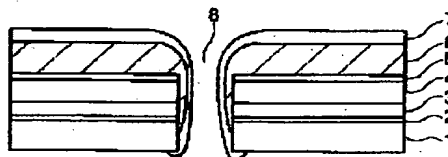
**(54) PHOTOVOLTAIC DEVICE AND SOLAR
BATTERY MODULE**

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a low-priced photovoltaic device, having very small power loss due to current collection and simply performing in process.

SOLUTION: This photovoltaic device is provided with an insulating resin film 2, backside electrodes 3, 4 and 5, an amorphous silicon layer 6 and a transparent electrode 7 formed on a conductive substrate 1. At least a recessed part or a through hole 8 is formed on the above-mentioned photovoltaic device, at least the backside electrodes 3, 4 and 5 are covered by the amorphous silicon layer 6 on the above-mentioned recessed part or the through hole 8. The amorphous silicon layer 6 is covered on the through hole 8, and the transparent electrode 6 is connected to the conductive substrate 1 through the recessed part or the through hole 8.

COPYRIGHT: (C)1999,JPO



(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-261086

(43)公開日 平成11年(1999) 9月24日

(51)IntCl.⁵

H 0 1 L 31/04

識別記号

F I

H 0 1 L 31/04

M

審査請求 未請求 請求項の数9 O L (全 8 頁)

(21)出願番号 特願平10-61435

(22)出願日 平成10年(1998) 3月12日

(71)出願人 000005049

シャープ株式会社

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

(72)発明者 谷口 浩

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ

ャープ株式会社内

(72)発明者 中西 健

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ

ャープ株式会社内

(72)発明者 早川 尚志

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ

ャープ株式会社内

(74)代理人 弁理士 野河 信太郎

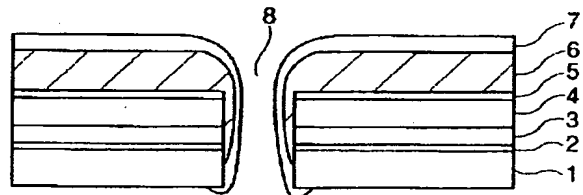
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 光起電力装置及び太陽電池モジュール

(57)【要約】

【課題】 集電による電力ロスが極めて小さく、かつ、工程的に簡便で、低コストの光起電力装置を提供することを目的とする。

【解決手段】 導電性基板1上に、絶縁性樹脂膜2、裏面電極3、4、5、非晶質シリコン層6及び透明電極7を順に備えてなる光起電力装置であって、該光起電力装置に、少なくとも1つの凹部又は貫通孔8が形成されており、該凹部又は貫通孔8内壁において前記非晶質シリコン層6が少なくとも裏面電極3、4、5を完全に被覆し、かつ前記透明電極7が前記凹部又は貫通孔8内で前記非晶質シリコン層6を被覆するとともに、前記凹部又は貫通孔8を介して前記導電性基板1に接続されている光起電力装置。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 導電性基板上に、絶縁性樹脂膜、裏面電極、非晶質シリコン層及び透明電極が順に積層されてなる光起電力装置であって、

該光起電力装置に、少なくとも1つの凹部又は貫通孔が形成されており、該凹部又は貫通孔内壁において前記非晶質シリコン層が少なくとも裏面電極を完全に被覆し、かつ前記透明電極が前記凹部又は貫通孔内で前記非晶質シリコン層を被覆するとともに、前記凹部又は貫通孔を介して前記導電性基板に接続されていることを特徴とする光起電力装置。

【請求項2】 凹部又は貫通孔が、絶縁性樹脂膜を有する導電性基板上に裏面電極を積層した後に形成され、該裏面電極上に前記非晶質シリコン層及び透明電極が順に積層されることにより形成されてなる請求項1記載の光起電力装置。

【請求項3】 凹部又は貫通孔が、絶縁性樹脂膜を有する導電性基板上に裏面電極を積層した後、絶縁性樹脂膜及び裏面電極のみを貫通するように形成され、該裏面電極上に前記非晶質シリコン層及び透明電極が順に積層されることにより形成されてなる請求項1記載の光起電力装置。

【請求項4】 導電性基板が、ステンレス又はアルミニウムからなる請求項1～3のいずれか1つに記載の光起電力装置。

【請求項5】 導電性基板が、導電性材料によりめっきされた基板である請求項1～3のいずれか1つに記載の光起電力装置。

【請求項6】 絶縁性樹脂膜が、ポリイミドからなる請求項1～5のいずれか1つに記載の光起電力装置。

【請求項7】 凹部又は貫通孔が、0.05～0.6mmの直径を有し、凹部間又は貫通孔間の距離が1～5mmである請求項1～6のいずれか1つに記載の光起電力装置。

【請求項8】 絶縁性樹脂膜が、ピッチ10～30μm、開口角40～100度のV溝構造を有する請求項1～7のいずれか1つに記載の光起電力装置。

【請求項9】 導電性基板上に、絶縁性樹脂膜、裏面電極、非晶質シリコン層及び透明電極が順に形成されており、前記導電性基板の端部表面の一部に、絶縁性樹脂膜及び裏面電極のみを備える領域を有する光起電力装置が複数個接続されてなる太陽電池モジュールであって、一方の光起電力装置の導電性基板の一部が、他方の光起電力装置の前記絶縁性樹脂膜及び裏面電極のみを備える領域に載置されることにより、互いに隣接する光起電力装置の裏面電極と導電性基板とが接続されてなることを特徴とする太陽電池モジュール。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は光起電力装置及び太

陽電池モジュールに関する。

【0002】

【従来の技術】 近年、太陽電池はクリーンなエネルギーとして注目されている。なかでも、結晶シリコン系太陽電池が主流となっているが、コスト的、資源的に問題があるため、非晶質シリコン系の薄膜太陽電池が注目を集めている。従来、薄膜型太陽電池は、ガラス基板が用いられて作製されてきたが、ガラス基板は取扱いの簡便性に欠けるうえ、曲面部位等への応用に制約が課せられる。よって、取り扱い簡便性及び曲面部位等への応用を考慮して、ガラス基板に代えて可撓性樹脂フィルム又は金属薄膜からなる基板を使用する薄膜太陽電池の開発が進められている。

【0003】 このような可撓性樹脂フィルム又は金属薄膜からなる基板を使用する薄膜太陽電池は、ガラス基板を使用する太陽電池と異なり、n層、i層及びp層の順で非晶質シリコンが積層され、p層表面に形成された透明電極のパターニングが容易でなく、集積化が困難である。よって、表面の透明電極上に別途櫛形電極を設けて、集電する方法が用いられる。

【0004】 しかし、このような集電方法では、櫛形電極が透明性材料で形成されていない場合には、遮光される面積が大きいため、電流ロスが大きくなる。これに対して、裏面電極が形成された基板に貫通孔を開け、この貫通孔を含む基板上に非晶質シリコン層及び透明電極を形成することにより、透明電極を基板裏側まで延設し、さらに基板裏面に接続電極層を形成して透明電極と接続することにより、基板裏面で集電する方法が、特開平6-342924号公報に提案されている。この方法によれば、透明電極は、非晶質シリコン層により裏面電極と絶縁分離されるため合理的な構造である。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 しかし、基板裏側が絶縁体であるため、上述したように基板裏側を電流の経路とするために、金属等の導電性材料による接続電極層を形成する必要があり、製造工程が増える。また、基板材料として可撓性樹脂フィルムを使用する場合には、保持力を持たせるために基板の膜厚を厚くする必要があり、コスト高になる。

【0006】 さらに、基板裏側の接続電極層は、一般に蒸着法で形成されるため、厚膜化が困難であり、あまり厚膜で形成できず、抵抗ロスが大きくなる。本発明は上記課題に鑑みなされたものであり、集電による電力ロスが極めて小さく、かつ製造工程的に簡便で、低コストの光起電力装置を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】 本発明によれば、導電性基板上に、絶縁性樹脂膜、裏面電極、非晶質シリコン層及び透明電極が順に積層されてなる光起電力装置であって、該光起電力装置に、少なくとも1つの凹部又は貫通

孔が形成されており、該凹部又は貫通孔内壁において前記非晶質シリコン層が少なくとも裏面電極を完全に被覆し、かつ前記透明電極が前記凹部又は貫通孔内で前記非晶質シリコン層を被覆するとともに、前記凹部又は貫通孔を介して前記導電性基板に接続されている光起電力装置が提供される。

【0008】また、本発明によれば、導電性基板上に、絶縁性樹脂膜、裏面電極、非晶質シリコン層及び透明電極が順に形成されており、前記導電性基板の端部表面の一部に、絶縁性樹脂膜及び裏面電極のみを備える領域を有する光起電力装置が複数個接続されてなる太陽電池モジュールであって、一方の光起電力装置の導電性基板の一部が、他方の光起電力装置の前記絶縁性樹脂膜及び裏面電極のみを備える領域に載置されることにより、互いに隣接する光起電力装置の裏面電極と導電性基板とが接続されてなる太陽電池モジュールが提供される。

【0009】

【発明の実施の形態】本発明の光起電力装置は、太陽電池、光センサ等に利用することができるものであり、主として、導電性基板、絶縁性樹脂膜、裏面電極、非晶質シリコン層及び透明電極からなる。本発明の光起電力装置を構成する導電性基板は、導電性を示す基板である。このような基板としては、例えば、ステンレス、アルミニウム、銅、亜鉛等の金属からなる基板、樹脂又はガラス等からなる絶縁性基板に上述のような金属による被膜が形成されて導電性が与えられた基板等、種々の基板を使用することができる。なかでも、適度な強度を有し、かつ安価であるステンレス、アルミニウム等の金属基板又はアルミニウム、亜鉛等の金属によってめっきされた鋼材が好ましい。これらの基板は、適度な強度を有する

ような膜厚のものを使用することが好ましい。

【0010】絶縁性樹脂膜は、上記導電性基板上に形成されるものであり、その材料は絶縁性を有するものであれば特に限定されない。例えば、ポリイミド、PET、PEN、PES、テフロン等の樹脂膜が挙げられる。また、これら樹脂膜は、凹凸構造形成のために、絶縁材料による微粒子を含有していてもよい。このような微粒子としては、例えば、 SiO_2 、 TiO_2 、 Al_2O_3 、アクリル、ポリスチレン等が挙げられる。この微粒子の大きさは0.2～0.5 μm 程度の粒径を有していることが好ましい。このような微粒子を絶縁性樹脂膜に含有させる場合には、絶縁性樹脂膜全体に対して20～70重量%程度であることが好ましい。さらに、これら絶縁性樹脂膜は、光閉じ込め効果のために表面に凹凸を有するように形成してもよい。凹凸形状としては、例えば、ピッチ10～50 μm 程度、開口角60～100°程度のV溝構造が挙げられる。これら絶縁性樹脂膜の膜厚は、最終的に作製される光起電力装置の大きさにより適宜調整することができるが、例えば20～100 μm 程度が挙げられる。

【0011】裏面電極は、一般に電極材料として使用されるものであれば、その材料は特に限定されない。例えば、Ti、Ta、W等の高融点金属、Al、Ag、Au、Cu等の金属、ZnO、ITO、SnO₂等の導電性酸化物等が挙げられる。これらの電極材料は、単層又は積層層として形成することができる。このような裏面電極の膜厚は、使用する材料等により適宜調整することができるが、例えば、200～2000nm程度が好ましい。

10 【0012】非晶質シリコン太陽電池は、拡散よりも内蔵電界によるドリフトが動作の本質であるため、pin接合を構成する半導体層であることが好ましい。また、この場合、電子とホール平均自由行程の違いを考慮して、基板側からn層、i層及びp層の順に形成することが好ましい。非晶質シリコン層は、pin接合を有する限り必ずしも3層構造でなくともよく、例えば中間層、バッファ層等を形成してもよい。また、pin接合を1つだけ有していてもよいし、繰り返し複数個有していてもよい。また、pin接合を構成するn層、i層及びp層の全てが非晶質シリコンにより形成していなくてもよく、少なくともn層、i層が非晶質シリコンで形成されていればよい。n層又はp層は、半導体層を形成する際にn型又はp型の不純物をドーピングすることにより形成してもよいし、半導体層を形成した後、イオン注入又は熱拡散等の方法によりドーピングしてもよい。これら不純物の濃度は、通常光起電力装置、例えば太陽電池等に通常使用される濃度であれば特に限定されない。

30 【0013】非晶質シリコン層の膜厚は、光起電力装置により得ようとするエネルギー、半導体層中の不純物濃度等により適宜調整することができるが、例えば、pin接合を1つだけ有している場合には、p層/i層/n層は、10～30nm/100～600nm/30～100nm程度が挙げられる。透明電極は、太陽光を透過する性質を有する電極であり、太陽光の透過率が60%程度以上であれば、その材料は特に限定されない。例えば、ITO、SnO₂、ZnO等の透明電極材料、上述の裏面電極と同様の材料が挙げられる。透明電極の膜厚は、特に限定されるものではないが、透明電極材料で形成される場合には、50～500nm程度が挙げられ、

40 裏面電極と同様の材料により形成される場合には、透明性を有する程度の極薄膜、例えば10～100nm程度が挙げられる。

50 【0014】上記導電性基板、絶縁性樹脂膜、裏面電極、非晶質シリコン層及び透明電極からなる光起電力装置においては、その表面に少なくとも1つの凹部又は貫通孔が形成されている。ここで、凹部とは、光起電力装置の表面側から裏面側に完全に貫通していない穴を意味し、例えば、順次積層された絶縁性樹脂膜、裏面電極、非晶質シリコン層及び透明電極に穴が形成され、穴の底部が導電性基板の表面に至るもの、あるいは上記各層の

他、導電性基板の表面の一部にまで穴が形成され、穴の底部が導電性基板表面から低い位置に存在するもの等が挙げられる。さらに、穴の底部が導電性基板の表面に至るものであるが、上層に形成される非晶質シリコン膜や透明電極等が穴内部に埋め込まれているもの等であってもよい。

【0015】貫通孔とは、光起電力装置の表面側から裏面側に完全に貫通する孔を意味し、導電性基板のみならず、導電性基板及び絶縁性樹脂膜の双方、導電性基板、絶縁性樹脂膜及び裏面電極の全てに形成される孔を含む。なお、この場合の貫通孔には、非晶質シリコン膜や透明電極が埋め込まれていてもよいが、非晶質シリコン膜及び裏面電極により貫通孔を塞ぐものは含まない。

【0016】具体的には、表面に絶縁性樹脂膜及び裏面電極が形成された導電性基板に、導電性基板の表面側から裏面側に貫通する貫通孔を形成するか、あるいは導電性基板上に絶縁性樹脂基板及び裏面電極が形成され、これら絶縁性樹脂基板及び裏面電極のみに、導電性基板表面に至る穴をあけることにより絶縁性樹脂基板に凹部を形成することが好ましい。

【0017】このような凹部又は貫通孔は、導電性基板と透明電極とを接続するためのものであり、1つの光起電力装置に1個のみ形成されていてもよいし、複数個形成されていてもよい。凹部又は貫通孔は、0.05～0.6mm程度の直径を有していることが好ましい。また、凹部又は貫通孔が複数個形成されている場合には、凹部間又は貫通孔間の距離が1～5mm程度であることが好ましい。

【0018】以下に、上記光起電力装置の好ましい製造方法を説明する。まず、導電性基板上に絶縁性樹脂膜をタイコート法、スピンコート法等により形成する。さらに、絶縁性樹脂膜上に裏面電極を形成する。裏面電極は、用いる材料に応じた方法により形成することが好ましく、例えば、真空蒸着法、スパッタリング法、EB法等、あるいはこれらの組み合わせ等種々の方法を使用することができる。

【0019】次いで、導電性基板、絶縁性樹脂膜及び裏面電極に貫通孔を形成するか、あるいは絶縁性樹脂膜及び裏面電極に穴をあけることにより凹部を形成する。貫通孔は、レーザ加工法（YAGレーザ、CO₂レーザ等）又は機械的加工法により導電性基板の裏面側から、あるいは表面側から形成することができる。なお、凹部は、基板表面側からレーザ（CO₂レーザ、YAGレーザ等）を照射することにより形成することができる。

【0020】続いて、非晶質シリコン層を形成する。ここでの非晶質シリコン層は、公知の方法、例えばシランガス等を使用するCVD法により形成することができる。このように形成される非晶質シリコン層は、凹部又は貫通孔内に一部埋設することになるが、凹部又は貫通孔内壁において、少なくとも裏面電極を完全に被覆し、

後工程で形成される透明電極と裏面電極とを絶縁分離するように形成されることが必要である。

【0021】なお、非晶質シリコン層を凹部を埋設するように形成する場合には、穴の底部に存在する導電性基板表面を露出するように、好ましくは非晶質シリコン層が導電性基板に接触しないように形成することが必要である。非晶質シリコン層が導電性基板に接触した場合には、その部分の非晶質シリコン層を、必要に応じてレーザを用いて除去することが好ましい。これにより、さらにコンタクトが良好となるからである。

【0022】また、非晶質シリコン層が貫通孔を通して、導電性基板の裏面にまで回り込んで形成された場合には、必要に応じて非晶質シリコン層を積層した後、サンドブラスト処理等により導電性基板の裏側に回り込んだ非晶質シリコン層を除去してもよい。このような処理を行うことにより導電性基板と後述する透明電極とのコンタクトが向上するからである。

【0023】次に、非晶質シリコン層上に透明電極を形成する。透明電極は、裏面電極と同様に、用いる材料に応じた方法により形成することが好ましく、例えば、真空蒸着法、スパッタリング法、EB法等、あるいはこれらの組み合わせ等種々の方法を使用することができる。このように形成される透明電極は、凹部又は貫通孔内に一部埋設することとなるが、凹部又は貫通孔内において、先に形成された非晶質シリコン層を被覆するとともに、さらに深く凹部又は貫通孔に入り込み、この凹部又は貫通孔を介して導電性基板に接続されることが必要である。この際、導電性基板裏側から、透明電極と導電性基板とのハンダ付けフロー工程に付すことによりさらにコンタクトが良好となる。

【0024】このように、光起電力装置に貫通孔を形成した場合には、シースルー化ができ、透光ガラスとしての付加価値を与えることができる。一方、凹部を形成した場合には、デザイン上、シースルーを好まないものへの応用が可能であり、コンタクト性も向上させることができるというメリットがある。

【0025】また、本発明の太陽電池モジュールにおいては、上述した光起電力装置と同様の積層層を備える光起電力装置を、瓦積み形に積層することにより直列接続することで、太陽電池モジュールを得ることができる。つまり、導電性基板上に、絶縁性樹脂膜、裏面電極、非晶質シリコン層及び透明電極が順に形成されてなる。

【0026】ここで使用することができる導電性基板は、上述と同様のものを使用することができるが、その形状はモジュール化することを考慮して多角形状、好ましくは矩形形状であることが好ましい。また、絶縁性樹脂膜、裏面電極、非晶質シリコン層及び透明電極は、上述したものと同様のものを使用することができる。絶縁性樹脂膜及び裏面電極は、導電性基板上のほぼ全面に形成されていることが好ましく、非晶質シリコン層及び

透明電極は、導電性基板の端部及び端部近傍上に形成されないように、導電性基板よりもやや小さいサイズで形成されていることが好ましい。

【0027】つまり、導電性基板の端部表面の一部は、絶縁性樹脂膜及び裏面電極のみを備える領域を有しており、その領域上には非晶質シリコン層及び透明電極が形成されていない。この領域は、太陽電池モジュールを構成する際の積層状態、太陽電池モジュール全体の大きさ、各光起電力装置の接続方法等を考慮して適切な面積で、適切な位置に配置することができるが、例えば導電性基板が矩形形状の場合には、その一辺全体を含む端部及び端部付近、その2辺以上の各辺全体を含む端部及び端部付近であってもよい。その一辺全体を含む端部及び端部付近上に絶縁性樹脂膜及び裏面電極のみを備え、非晶質シリコン層及び透明電極が形成されていない場合には、1方向に複数の光起電力装置を互積み形に積層することにより、1つの光起電力装置の導電性基板が、隣接する他の光起電力装置の裏面電極に直接接続されることとなり、直列接続された太陽電池モジュールを得ることができる。また、その隣接する2辺の各辺全体を含む端部及び端部付近上に絶縁性樹脂膜及び裏面電極のみを備え、非晶質シリコン層及び透明電極が形成されていない場合には、2方向に複数の光起電力装置を互積み形に積層することができる太陽電池モジュールを得ることができる。

【0028】以下に、本発明の光起電力装置の実施例を図面に基いて詳細に説明する。

実施例1

本発明の光起電力装置の一実施例である太陽電池を図1に示す。この太陽電池は、基板1上に、絶縁性樹脂膜としてポリイミド樹脂膜2、裏面電極としてTi膜3、Ag膜4、ZnO膜5が形成されており、これら膜3、4、5を含む基板1に貫通孔8が形成され、この貫通孔8を含む基板1上にn層、i層、p層の順に非晶質シリコン層6が形成され、さらに、この非晶質シリコン層6を被覆するように透明電極としてITO膜7が形成されてなる。非晶質シリコン層6は貫通孔8の一部を被覆しており、ITO膜7は、貫通孔8内に存在する非晶質シリコン層6を完全に被覆するとともに、基板1裏面にまで達している。

【0029】以下に、上記太陽電池の製造方法を説明する。まず、絶縁性樹脂膜として、平均粒径0.3μmのシリカを含有したポリイミド樹脂膜2が膜厚20μmで形成された厚さ150μmのステンレス製基板1上に、裏面電極として、EB蒸着法により膜厚50nmのTi膜3、スパッタリング法により膜厚500nmのAg膜4、膜厚100nmのZnO膜5を形成した。

【0030】その後、基板1裏側から、スポット径100μmのYAGレーザを照射し、基板1に貫通孔8を開けた。その際、貫通孔8と貫通孔8との間の距離を3m

mとした。次に、貫通孔8を含む基板1表面に、プラズマCVD法によりn層、i層、p層の順に非晶質シリコン層6を形成した。n層は、基板温度170℃、パワー0.5W/cm²、圧力0.25torr、ガス流量SiH₄1sccm、H₂100sccm、PH₃0.01sccm、i層は、基板温度170℃、パワー0.1W/cm²、圧力0.12torr、ガス流量SiH₄42sccm、H₂14sccm、p層は、基板温度170℃、パワー0.5W/cm²、圧力0.25torr、ガス流量SiH₄1sccm、H₂100sccm、B₂H₆0.005sccmの条件で形成した。n層の膜厚は30nm、i層の膜厚は500nm、p層の膜厚は10nmに設定した。これにより、非晶質シリコン層6の一部は貫通孔8の一部内にも堆積された。

【0031】さらに、非晶質シリコン層6上に、スパッタリング法により透明電極として膜厚700nmのITO膜7を形成した。上記太陽電池について、ソーラーシミュレーターによりAM-1.5、100mW/cm²の疑似太陽光を照射することにより、短絡電流密度J_{sc}、開放電圧V_{oc}、曲線因子FF、変換効率ηを測定した。その結果を表1に示す。

【0032】実施例2

基板1として、厚さ200μmのアルミニウム製基板上に平均粒径0.3μmのシリカを含有したポリイミド樹脂膜2が膜厚20μmで設けられたものをを用いた以外は、実施例1と同様に太陽電池を作製した。

【0033】この太陽電池について、実施例1と同様に特性の評価を行った。その結果を表1に示す。

【0034】実施例3

基板1として、厚さ200μmのアルミめっき銅基板上に平均粒径0.3μmのシリカを含有したポリイミド樹脂膜2が膜厚20μmで設けられたものをを用いた以外は、実施例1と同様に太陽電池を作製した。

【0035】この太陽電池について、実施例1と同様に特性の評価を行った。その結果を表1に示す。

【0036】実施例4

基板1として、厚さ150μmのステンレス製基板上にピッチ20μm、開口角60度のV溝構造を有するポリイミド樹脂膜2が膜厚30μmで設けられたものをを用いた以外は、実施例1と同様に太陽電池を作製した。

【0037】この太陽電池について、実施例1と同様に特性の評価を行った。その結果を表1に示す。

【0038】実施例5

基板1として、厚さ150μmのステンレス製基板上にピッチ20μm、開口角60度のV溝構造を有し、かつ平均粒径0.3μmのシリカを含有したポリイミド樹脂膜2が膜厚30μmで設けられたものをを用いた以外は、実施例1と同様に太陽電池を作製した。

【0039】この太陽電池について、実施例1と同様に特性の評価を行った。その結果を表1に示す。

【0040】実施例6

本発明の光起電力装置の一実施例である太陽電池を図2に示す。この太陽電池は、基板11上に、絶縁性樹脂膜としてポリイミド樹脂膜12、裏面電極としてTi膜13、Ag膜14、ZnO膜15が形成されており、ポリイミド樹脂膜12、膜13、14、15に基板11に至る貫通孔18が形成され、この貫通孔18を含む基板11上にn層、i層、p層の順に非晶質シリコン層16が形成され、さらに、この非晶質シリコン層16を被覆するように透明電極としてITO膜17が形成されてな

10

る。非晶質シリコン層16は貫通孔18の一部を被覆しており、ITO膜17は、貫通孔18内に存在する非晶質シリコン層16を完全に被覆するとともに、基板11表面にまで達している。

【0041】以下に、上記太陽電池の製造方法を説明する。まず、実施例1と同様のポリイミド樹脂膜12が形成された基板11上に、裏面電極として、実施例1と同様にTi膜13、Ag膜14、ZnO膜15を形成した。その後、基板11表面から、スポット径100 μ mのYAGレーザを照射し、ポリイミド樹脂膜12、Ti

20

膜13、Ag膜14及びZnO膜15に、基板11表面に至る貫通孔18を形成した。その際、貫通孔18と貫通孔18との間の距離を3mmとした。

【0042】次に、貫通孔18を含む基板11表面に、実施例1と同様に、非晶質シリコン層16を形成した。これにより、非晶質シリコン層16の一部は貫通孔8の一部内にも堆積された。さらに、非晶質シリコン層16上に、実施例1と同様にITO膜17を形成した。

【0043】上記太陽電池について、ソーラーシミュレーターによりAM-1.5、100mW/cm²の疑似太陽光を照射することにより、短絡電流密度J_{sc}、開放電圧V_{oc}、曲線因子FF、変換効率 η を測定した。その結果を表1に示す。

30

【0044】比較例1

比較例1の太陽電池を図4に示す。この太陽電池は、SnO₂膜32によるテクスチャー付ガラス基板31上に、非晶質シリコン層33、裏面電極としてZnO膜34、裏面金属反射電極としてAg膜35が積層されてな*

*る。

【0045】以下にこの太陽電池の製造方法を示す。まず、SnO₂膜32によるテクスチャー付ガラス基板31上に、プラズマCVD法によりp層、i層、n層の順に非晶質シリコン層33を形成した。なお、p層、i層及びn層は実施例1と同様の条件で形成した。p層の膜厚は10nm、i層の膜厚は300nm、n層の膜厚は30nmに設定した。

【0046】次に、裏面電極として、スパッタリングによりZnO膜34を膜厚60nmで形成し、最後に裏面金属反射電極としてAg膜35を膜厚500nmで形成した。上記太陽電池について、実施例1と同様に特性の評価を行った。その結果を表1に示す。

【0047】比較例2

比較例2の太陽電池を図5に示す。この太陽電池は、ステンレス基板41上に、実施例1と同様のポリイミド膜42、Ti膜43、Ag膜44、ZnO膜45、非晶質シリコン層46、ITO膜47が順次積層されてなり、さらに、ITO膜47上に、楕形Ag集電電極48が形成されてなる。

【0048】以下にこの太陽電池の製造方法を示す。まず、平均粒径0.3 μ mのシリカを含有したポリイミド樹脂膜42が膜厚20 μ mで設けられた基板41上に、実施例1と同様の方法により、裏面電極としてTi膜43を膜厚50nmで、Ag膜44を膜厚500nmで、ZnO膜45を膜厚100nmで形成した。その後、実施例1と同様の方法により、n層、i層及びp層からなる非晶質シリコン層46を形成した。

【0049】次に、非晶質シリコン層46上に、実施例1と同様の方法により、ITO膜47を膜厚700nmで形成した。さらに、ITO膜47上にAg膜を膜厚500nmで形成し、所望の形状にパターニングして楕形Ag集電電極48を形成した。上記太陽電池について、実施例1と同様に特性の評価を行った。その結果を表1に示す。

【0050】

【表1】

	J _{sc} /mA/cm ²	V _{oc} /V	FF	η /%
実施例1	17.1	0.88	0.72	10.8
実施例2	16.9	0.88	0.72	10.7
実施例3	17.0	0.88	0.72	10.8
実施例4	18.3	0.87	0.71	10.1
実施例5	17.5	0.87	0.71	10.8
実施例6	17.1	0.88	0.72	10.8
比較例1	16.2	0.88	0.70	10.0
比較例2	16.5	0.88	0.69	10.0

【0051】実施例7

本発明の光起電力装置の一実施例である太陽電池を図3に示す。この太陽電池は、基板11上に、絶縁性樹脂膜としてポリイミド樹脂膜12、裏面電極としてTi膜1

50

3、Ag膜14、ZnO膜15が形成されており、ポリイミド樹脂膜12、膜13、14、15に基板11に至る貫通孔18が形成され、この貫通孔18を含む基板11上にn層、i層、p層の順に非晶質シリコン層16が

11

形成され、さらに、この非晶質シリコン層16を被覆するように透明電極としてITO膜17が形成されてなる。非晶質シリコン層16は貫通孔18の一部を被覆しており、ITO膜17は、貫通孔18内に存在する非晶質シリコン層16を完全に被覆するとともに、基板11表面にまで達している。

【0052】以下に、上記太陽電池の製造方法を説明する。まず、実施例1と同様のポリイミド樹脂膜12が形成された一辺100mmの正方形、厚さ150 μ mのステンレス製基板11上に、裏面電極として、実施例1と同様にTi膜13及びAg膜14を形成した。その後、基板11の辺の端部5mmの領域を金属マスクでマスキ

12

*ングし、実施例1と同様にZnO膜15、非晶質シリコン層16及びITO膜17を形成した一単位の太陽電池を作製した。

【0053】続いて、上記一単位の太陽電池のAg膜14上に、他の一単位の太陽電池を載置してAg膜14と基板11とを接続し、10単位の太陽電池を直列接続することにより太陽電池モジュールを作製した。上記太陽電池モジュールについて、実施例1と同様に特性の評価を行った。その結果を表2に示す。

【0054】

【表2】

	I_{sc}/A	V_{oc}/V	FF	P_{max}/W	$\eta/\%$
実施例7	1.56	8.6	0.70	9.39	10.2

【0055】

【発明の効果】本発明によれば、導電性基板上に、絶縁性樹脂膜、裏面電極、非晶質シリコン層及び透明電極が順に積層されてなる光起電力装置であって、この光起電力装置に、少なくとも1つの凹部又は貫通孔が形成されており、この凹部又は貫通孔内壁において、非晶質シリコン層が少なくとも裏面電極を完全に被覆し、かつ透明電極が、凹部又は貫通孔内で前記非晶質シリコン層を被覆するとともに、凹部又は貫通孔を介して前記導電性基板に接続されているので、基板そのものを導電路として使用することができ、よって、基板裏側への電極積層工程を省略でき、さらに、基板自体が導電性を有するものであればどのようなものでも使用することができるため、材料コストを抑えることができ、これらのことから、光起電力装置の製造コストの低減を図ることが可能となる。しかも、基板自体がある程度の厚さを有しているため、抵抗ロスを極めて低くすることができ、集電効率を向上させることが可能となる。

【0056】また、本発明によれば、導電性基板上に、絶縁性樹脂膜、裏面電極、非晶質シリコン層及び透明電極が順に形成されており、前記導電性基板の端部表面の一部に、絶縁性樹脂膜及び裏面電極のみを備える領域を有する光起電力装置が複数個接続されてなる太陽電池モジュールであって、一方の光起電力装置の導電性基板の一部が、他方の光起電力装置の前記絶縁性樹脂膜及び裏面電極のみを備える領域に載置されることにより、互いに隣接する光起電力装置の裏面電極と導電性基板とが接

※続されてなるので、例えば、導電性基板上の端部をn層側の電極取り出し口、導電性基板をp層側の電極取り出し口とすることにより、外部配線等を省略することができる。よって、太陽電池モジュール、ことに光起電力装置が複数個直列接続された太陽電池モジュールを簡易に作製することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の光起電力装置の一例である太陽電池を示す要部の概略断面図である。

【図2】本発明の光起電力装置の一例である別の太陽電池を示す要部の概略断面図である。

【図3】本発明の太陽電池モジュールを示す要部の概略断面図である。

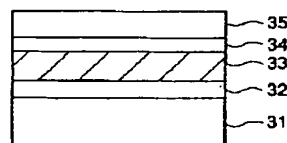
【図4】本発明の光起電力装置との比較を説明するための太陽電池の構成を示す概略断面図である。

【図5】本発明の光起電力装置との比較を説明するための別の太陽電池の構成を示す概略断面図である。

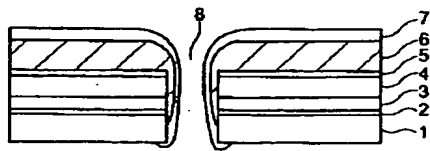
【符号の説明】

- 1、11、31 基板
- 2、12、32 ポリイミド膜（絶縁性樹脂膜）
- 3、13、33 Ti膜
- 4 Ag膜
- 5 ZnO膜
- 6 非晶質シリコン層
- 7 ITO膜（透明電極）
- 8 貫通孔
- 18 凹部

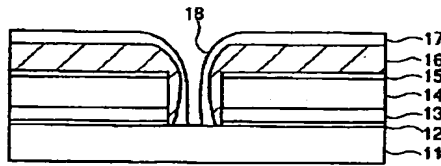
【図4】



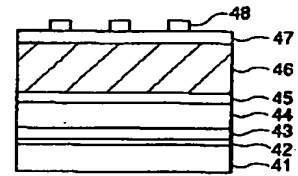
【図1】



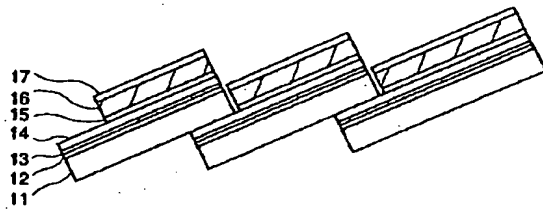
【図2】



【図5】



【図3】



フロントページの続き

(72)発明者 野元 克彦
大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ
ャープ株式会社内

(72)発明者 富田 孝司
大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ
ャープ株式会社内